

Original document

# LINEAR MOTOR

Publication number: JP2001327152

Publication date: 2001-11-22

Inventor: TAMAI MASASHI; TARA FUMIHIRO; TOMINAGA RYUICHIRO

Applicant: YASKAWA ELECTRIC CORP

Classification:

- international: **H02K9/22; H02K41/02; H02K41/03; H02K9/22; H02K41/02; H02K41/03;**  
(IPC1-7): H02K41/02; H02K9/22; H02K41/03

- European:

Application number: JP20000140126 20000512

Priority number(s): JP20000140126 20000512

[View INPADOC patent family](#)

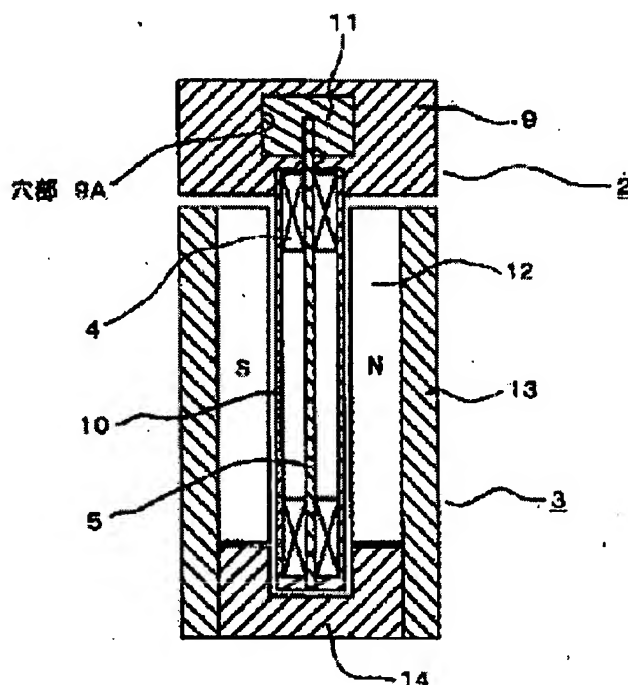
[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001327152

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small-sized and highly reliable linear motor which can transmit the heat of an armature coil to a frame efficiently thereby preventing the drop of thrust of a needle accompanying the temperature rise of an armature coil.

**SOLUTION:** In a linear motor 1 which is equipped with a field yoke 13 where a plurality of permanent magnets 12 alternately different in polarity are arranged linearly, an armature which has armature coils 4 being opposed through magnetic space to the row of the permanent magnets 12 and being constituted by molding a plurality of coil groups in plate form, and a frame 9 to which the armature is fixed and also which possesses a metallic block 11, a plate-shaped heat pipe 5 is provided between the two coil rows constituted of a plurality of coil groups, and it is fixed by resin mold 10, and also the heat absorptive section of the heat pipe 5 is arranged in the section opposed to the armature coil 4, and the heat radiating section is inserted into the metallic block 11.



---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-327152

(P2001-327152A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 K 41/02

H 0 2 K 41/02

Z 5 H 6 0 9

9/22

9/22

A 5 H 6 4 1

41/03

41/03

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-140126 (P2000-140126)

(22) 出願日 平成12年 5 月 12 日 (2000. 5. 12)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

(72) 発明者 玉井 真史

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 多良 文宏

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 富永 竜一郎

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

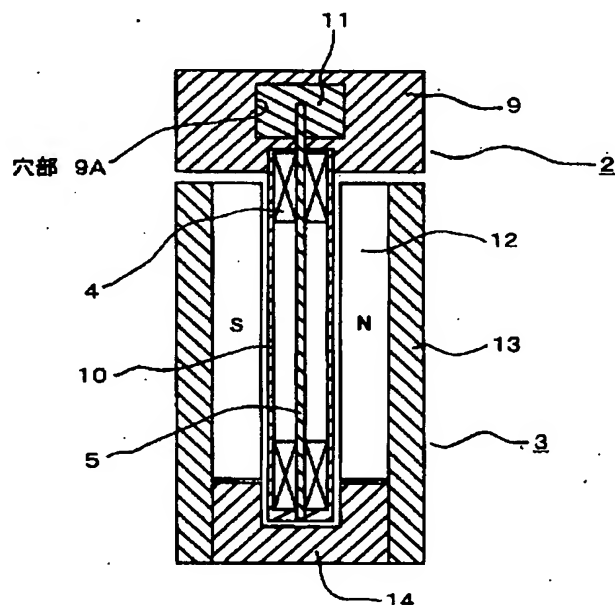
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 電機子コイルの熱をフレームに効率よく伝熱し、電機子コイルの温度上昇に伴う可動子の推力低下を防止することができ、小形で信頼性の高いリニアモータを提供する。

【解決手段】 交互に極性が異なる複数の永久磁石 1 2 を直線状に並べて配置した界磁ヨーク 1 3 と、永久磁石 1 2 の列と磁氣的空隙を介して対向すると共に複数のコイル群を平板状に成形してなる電機子コイル 4 を有する電機子と、電機子を固定すると共に金属ブロック 1 1 を具備するフレーム 9 とを備えたリニアモータ 1 において、複数のコイル群で成形してなる 2 つのコイル列の間に平板状のヒートパイプ 5 を設けて樹脂モールド 1 0 により固定すると共に、ヒートパイプ 5 の吸熱部を電機子コイル 4 に対向する部分に配置し、放熱部を金属ブロック 1 1 の内部に挿入してある。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 交互に極性が異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石を直線状に並べて配置した界磁ヨークと、前記永久磁石列と磁氣的空隙を介して平行に対向配置した電機子と、前記電機子を固定し、かつ、ヒートシンクを具備するフレームとを備え、前記電機子は、その長手方向に向かって複数のコイル群を並べて平板状に成形してなる電機子コイルで構成され、前記界磁極と前記電機子との何れか一方を固定子に、他方を可動子として、前記界磁極と前記電機子を相対的に走行するようにしたリニアモータにおいて、

前記電機子コイルには、複数のコイル群により成形されたコイル列の長手方向に沿うように平板状のヒートパイプを設けて樹脂モールドで固定してあり、前記ヒートパイプの吸熱部を前記電機子コイルに対向する部分に配置し、前記ヒートパイプの放熱部を前記ヒートシンクの内部に挿入してあることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 2】 前記電機子の両側に磁氣的空隙を介して前記永久磁石列を配置してあり、前記電機子コイルを前記前記永久磁石列に沿って対向するように少なくとも 2 つのコイル列で構成し、前記対向するコイル列の間に前記ヒートパイプを挿設したことを特徴とする請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 3】 前記ヒートシンクは、高熱伝導性の金属ブロックであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のリニアモータ。

【請求項 4】 前記ヒートシンクは、前記フレームの内部を冷媒により熱交換できるよう、冷媒を流すための中空状の冷却ジャケットで構成されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のリニアモータ。

【請求項 5】 前記ヒートシンクは、前記ヒートパイプの放熱部に放熱フィンを設けであることを特徴とする請求項 1、2、または 4 の何れか 1 項に記載のリニアモータ。

【請求項 6】 前記ヒートパイプは、薄板部材の内部に作動液を封入する蛇行した中空状の細管を備えたことを特徴とする請求項 1 から 5 までの何れか 1 項に記載のリニアモータ。

【請求項 7】 前記ヒートパイプの材質をステンレスとしたことを特徴とする請求項 1 から 6 までの何れか 1 項に記載のリニアモータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、FA 機器の搬送システムなど、超精密位置決め・高推力が要求される用途に適するリニアモータに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来、FA 機器の搬送システムなど、超精密位置決め・高推力が要求される用途に適するリニア

モータは、図 8 のようになっている。なお、従来のリニアモータの全体構成については、後述する本発明と共通な図 1 を用いて説明する。また、図 8 は従来のリニアモータ可動子の斜視図であって、電機子コイルを透視したものである。本例では電機子の両側に磁氣的空隙を介して永久磁石列を配置してなる磁束貫通型構造のリニアモータの例を示している。図において、1 はリニアモータ、2 は可動子、3 は固定子、4 は電機子コイル、9 は金属製のフレーム、10 は樹脂モールド、12 は永久磁石、13 は界磁ヨーク、14 はヨークベース、17 は巻線固定枠、18 は冷媒通路である。リニアモータ 1 は、N 極、S 極の極性が交互に異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石 12 が 2 列の界磁ヨーク 13 の側面に直線状に並べて配置され、各々の界磁ヨーク 13 の間にヨークベース 14 を配設して固定子 3 を構成している。また、リニアモータ 1 は、永久磁石 12 の列と磁氣的空隙を介して対向し、かつ、複数のコイル群を平板状に成形して 2 列のコイル列から構成される電機子コイル 4 を有するコアレス型の電機子がステンレス等の金属や樹脂からなる巻線固定枠 17 の両面に直線状に並べて配置され、この電機子を樹脂モールド 10 により固定して可動子 2 を構成している。さらに、電機子の上部にはその長手方向に沿って、巻線固定枠 17 により保持された電機子を固定するためのフレーム 9 が設けられると共に、フレーム 9 の内部に冷媒通路 18 を設け、図示しない冷媒供給装置からフレーム 9 内の冷媒通路 18 に冷媒を供給するようになっている。なお、リニアモータの可動子 2 および固定子 3 には、図示しないスライドとガイドレールからなるリニアガイドを取り付けて、可動子 2 を固定子 3 に対して直線移動させるようになっている。このような構成において、図示しない電源より各相の電機子コイル 4 に電流を印加すると、電機子コイル 4 には永久磁石 12 との電磁作用により、電機子コイル 4 と永久磁石 12 間の磁氣的空隙部中に形成された磁界から電機子コイル 4 の長手方向に向かって電磁力が働いて推力を発生し、滑らかな直線移動を行う。この際、可動子 2 を推進させるための駆動電流が電機子コイル 4 に流れると、電機子コイル 4 は内部抵抗により発熱を起こすが、電機子コイル 4 で発生した熱は、樹脂モールド 10 と巻線固定枠 17 を通じてフレーム 9 に伝熱した後、冷媒通路 18 の内部を循環する冷媒によって熱交換され、電機子全体が冷却される。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来技術では、以下のような問題があった。

(1) 可動子 2 を構成する電機子コイル 4 の周囲は、電機子コイル 4 やフレーム 9 などの金属等と比べて熱伝導率が極めて小さい樹脂モールド 10 で覆われているため、樹脂モールド 10 とフレーム 9 間の熱伝導が非常に悪く、しかも電機子コイル 4 の端からフレーム 9 までの

距離が長い上、電機子コイル4を保持する巻線固定枠17とフレーム9との接触面積が小さいことから、電機子コイル4からフレーム9の冷媒通路までに至る経路の熱抵抗が大きい。すなわち、リニアモータの冷却能力は、電機子コイル4とフレーム9間の熱抵抗で決まっているため、フレーム9側に単に冷媒を流す方策だけでは限界があり、電機子コイル4の温度上昇により生じた熱をフレーム9に効率よく放熱することができなかった。

(2) また、電機子コイル4の温度が上昇すると、電機子コイル4の内部抵抗も上昇し、駆動電流が低下するが、リニアモータ1の可動子2の推力は駆動電流に比例するので、駆動電流の低下は、リニアモータ1の可動子2の推力を大幅に低下させていた。

(3) 上記のように電機子コイル4の温度上昇が大きいと、一般に電機子コイル4を覆っている樹脂モールド10が、電機子コイル4の発熱による温度上昇に伴って熱変形を生じるが、内部に冷媒が流れるフレーム9には温度上昇が小さく熱変形を生じない。そのため樹脂モールド10とフレーム9の間に歪が生じ、強度の弱い樹脂モールド10が破損する恐れがあった。また、リニアモータを真空環境中で動作させるような半導体製造装置等のステップ駆動機構として用いる場合、電機子コイル4の発熱により樹脂モールド10の温度が上昇すると、樹脂モールド10の表面からガスが発生し、製造プロセスに必要な真空環境を汚染することから、リニアモータの冷却装置として信頼性に欠けていた。

(4) また、他の従来技術として、図示しないが、同一の電機子コイル列の間に形成された隣り合うコイルとコイルの間に、冷媒を流す複数のヒートシンクを配設する構造のリニアモータが提案されているが、電機子コイルを固定する巻線固定枠の外側にヒートシンクを外付けしているため、これらを樹脂モールドで覆うと、電機子全体が大型化してしまい、組立工数も増え、小形化することができなかった。

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、電機子コイルの熱をフレームに効率よく伝熱し、電機子コイルの温度上昇に伴う可動子の推力低下を防止することができる、小形で信頼性の高いリニアモータを提供することを目的とする。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1の本発明は、交互に極性が異なるように界磁極を構成する複数の永久磁石を直線状に並べて配置した界磁ヨークと、前記永久磁石列と磁気的空隙を介して平行に対向配置した電機子と、前記電機子を固定し、かつ、ヒートシンクを具備するフレームとを備え、前記電機子は、その長手方向に向かって複数のコイル群を並べて平板状に成形してなる電機子コイルで構成され、前記界磁極と前記電機子との何れか一方を固定し、他方を可動子として、前記界磁極と前記電機子を相対的に走

行するようにしたリニアモータにおいて、前記電機子コイルには、複数のコイル群により成形されたコイル列の長手方向に沿うように平板状のヒートパイプを設けて樹脂モールドで固定してあり、前記ヒートパイプの吸熱部を前記電機子コイルに対向する部分に配置し、前記ヒートパイプの放熱部を前記ヒートシンクの内部に挿入したものである。請求項2の本発明は、請求項1に記載のリニアモータにおいて、前記電機子の両側に磁気的空隙を介して前記永久磁石列を配置してあり、前記電機子コイルを前記永久磁石列に沿って対向するように少なくとも2つのコイル列で構成し、前記対向するコイル列の間に前記ヒートパイプを挿設したものである。請求項3の本発明は、請求項1または2に記載のリニアモータにおいて、前記ヒートシンクは、高熱伝導性の金属ブロックとしたものである。請求項4の本発明は、請求項1または2に記載のリニアモータにおいて、前記ヒートシンクは、前記フレームの内部を冷媒により熱交換できるよう、冷媒を流すための中空状の冷却ジャケットで構成したものである。請求項5の本発明は、請求項1、2、または4の何れか1項に記載のリニアモータにおいて、前記ヒートシンクは、前記ヒートパイプの放熱部に放熱フィンを設けたものである。請求項6の本発明は、請求項1から5までの何れか1項に記載のリニアモータにおいて、前記ヒートパイプが、薄板部材の内部に作動液を封入する蛇行した中空状の細管を備えたものである。請求項7の本発明は、請求項1から6までの何れか1項に記載のリニアモータにおいて、前記ヒートパイプの材質をステンレスとしたものである。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。図1は本発明と従来技術に共通なリニアモータの全体斜視図、図2は本発明の第1の実施例におけるリニアモータ可動子の斜視図であって、電機子コイルを透視したものである。図3は図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図、図4はヒートパイプの拡大斜視図で、内部を透視したものである。図5は図4のヒートパイプに電機子コイルを配設した斜視図である。なお、本発明が従来と同じ構成要素については同じ符号を付して説明を省略し、異なる点のみ説明する。また、本実施例は、従来例と同じく磁束貫通型構造のリニアモータの例を示している。図において、5はヒートパイプ、6は細管、6Aは吸熱部、6Bは放熱部、9Aは穴部、11は金属ブロックである。本発明が従来と異なる点は、以下のとおりである。電機子コイル4には、複数のコイル群を平板状に成形してなるコイル列の長手方向に沿って吸熱部6Aと放熱部6Bを有する薄型で平板状のヒートパイプを対向配置してある。具体的には、このヒートパイプ5を2つのコイル列の間に挿設し、ヒートパイプ5の吸熱部を電機子コイル4に対向する部分に配置して固着し、放熱部をヒートシンクの

内部に挿入してある。なお、ヒートシンクは、図3に示すフレーム9の内部に設けた穴部9Aに高熱伝導性の金属ブロック11を嵌合したものとなっている。また、上記のヒートパイプ5は、図4に示すように、熱伝導の良い金属製の薄板部材の内部に蛇行した中空状の細管6が多数並ぶ構造とし、フロン等の液相作動液と気相作動液からなる二相の作動液が細管6に封入されたものである。ヒートパイプ5と電機子コイル4との間を固着する際は、図5に示すように、吸熱部6Aに電機子コイル4を薄い樹脂等（図示せず）で接着した後、ヒートパイプ5と電機子コイル4とフレーム9とを樹脂モールド10により頑丈に固定してある。

【0006】次に、リニアモータの動作を説明する。リニアモータの可動子2の電機子コイル4に駆動電流を流すと、電機子コイル4は内部抵抗により発熱を起こす。電機子コイル4で発生した熱はヒートパイプ5の吸熱部6Aに伝わり、この吸熱部6Aで熱を吸収すると激しい核沸騰が発生する。核沸騰の断続による圧力波が振動波となって蛇行した細管6に封入された作動液に振動を引き起こし、作動液の振動により放熱部6Bに大量の熱が伝わる。そして、ヒートパイプ5の放熱部6に伝熱した熱は金属ブロック11に伝わり、結果として、電機子コイルで発生した熱が効率よくフレーム側へ伝熱され、温度上昇が抑制される。次に、本実施例によるリニアモータの冷却能力を計算すると、ヒートパイプ5の伝熱方向の熱伝導率は約2000W/m・℃以上となり、例えば、従来の巻線固定枠の材質がアルミ（熱伝導率＝約200W/m・℃）の場合の10倍以上、また、樹脂モールド10の熱伝導率（約2W/m・℃）の1000倍以上の伝熱能力を有することになる。そのため、従来、電機子コイル4の熱抵抗が高い端部付近まで効率良く熱を奪うことが可能となり、電機子コイル4や樹脂モールド10の温度上昇を、従来の少なくとも10分の1以下に低減することができる。したがって、電機子コイル4を構成する2つのコイル列の間に吸熱部6Aと放熱部6Bを有する薄型で平板状のヒートパイプ5を設け、ヒートパイプ5の吸熱部を電機子コイルに対向するように配置して固着し、放熱部を金属ブロック11の内部に挿入する構成にしたので、電機子コイル4や樹脂モールド10の温度上昇が大幅に低減され効率よく冷却することができる。また、電機子コイル4の発熱を効率よく放熱することが出来ることから、駆動電流を低下することなく、可動子2の推力を上げることが出来る。その結果、電機子コイル4の温度上昇の影響に伴って起こる、電機子コイル4を覆っている樹脂モールド10の熱変形による破損を防止することができる。また、本リニアモータを真空環境中で使用する場合でも、樹脂モールド10の表面からのガス発生を防止することができ、信頼性の高いリニアモータを提供することができる。さらに、ヒートパイプ5は、熱伝導の良い金属製の薄板部材の内部に吸熱

部と放熱部を有する蛇行した中空状の細管6が多数並ぶ構造としたので、強度を下げることなく軽量化することができ、しかも従来の巻線固定枠の形状サイズを維持したままで、組立工数を少なくすることができる小形のリニアモータを提供することができる。

【0007】次に、本発明の第2の実施例を説明する。図6は第2の実施例におけるリニアモータの正断面図であって、図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図に相当する。第2の実施例が、第1の実施例と異なる点は、フレーム9に穴部9Aを設け、ヒートシンクが、フレーム9の内部を冷媒により熱交換できるように、前記穴部9Aに冷媒（例えば冷却水W）を流すための中空状の冷却ジャケット15を設けて構成した点である。なお、動作については、第1の実施例と基本的な同じなので省略する。本実施例はこのような構成にしたので、電機子コイル4の発熱を効率よく放熱することができ、駆動電流を低下することなく、可動子2の推力を上げることができる。

【0008】次に本発明の第3の実施例を説明する。図7は第3の実施例におけるリニアモータの正断面図であって、図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図に相当する。第3の実施例が、第2の実施例と異なる点は、ヒートパイプ5の放熱部に放熱フィン16を設けた点である。ここでは、冷却ジャケットの図示を省略し、穴部9Aのみを図示しており、穴部9Aに冷媒（例えば空気A）を流して、放熱フィン16に伝熱した熱を熱交換している。なお、動作については、第1の実施例と基本的に同じなので省略する。本実施例はこのような構成にしたので、電機子コイル4の発熱を効率よく放熱することができ、駆動電流を低下することなく、可動子2の推力を上げることができる。なお、本実施例では、リニアモータの電機子を可動子に、界磁極を固定子とした構成を例にとり説明したが、リニアモータの電機子を固定子に、界磁極を可動子とした構成にしても構わない。また、本実施例では、磁束貫通型構造のリニアモータの例を示したが、永久磁石列を水平面上に形成し、この永久磁石列の上方に磁気的空隙を介して、電機子を対向させたギャップ対向型構造のリニアモータの構成にしても構わない。また、本実施例では、電機子コイルのコイル列が2列の例を用いて説明したが、コイル列が3列構造のものでも良く、その際、コイル列数と相数の組合せが限定されるものでない。また、ヒートパイプ5の材質は、ステンレスやアルミなどの金属を用いても構わない。ヒートパイプ5にステンレスのものを用いると、リニアモータの電機子が永久磁石12の列間に沿って推力方向に移動した際に生じるヒートパイプの金属部の渦電流が低減され、渦電流発生に伴う可動子の粘性抵抗力を低減することができる。また、ヒートパイプ5は、蛇行した細管6に液相作動液と気相作動液を封入して核沸騰現象を利用する冷却特性を有した例を示した

が、このような冷却特性を満足するものであれば、他のヒートパイプを用いても構わない。

#### 【0009】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、以下の効果がある。

(1) 電機子コイルを構成する2つのコイル列の間に吸熱部と放熱部を有する薄型で平板状のヒートパイプを設け、ヒートパイプの吸熱部を電機子コイルに対向するように配置して固着し、放熱部を金属ブロックの内部に挿入する構成にしたので、電機子コイルや樹脂モールドの温度上昇が大幅に低減され効率よく冷却することができる。

(2) また、電機子コイルの発熱を効率よく放熱することが出来ることから、駆動電流を低下することなく、可動子2の推力を上げることができる。

(3) また、電機子コイルの温度上昇の影響に伴って起こる、電機子コイルを覆っている樹脂モールドの熱変形による破損を防止することができる。また、本リニアモータを真空環境中で使用する場合でも、樹脂モールドの表面からのガス発生を防止することができ、信頼性の高いリニアモータを提供することができる。

(4) さらに、ヒートパイプは、熱伝導の良い金属製の薄板部材の内部に吸熱部と放熱部を有する蛇行した中空状の細管が多数並ぶ構造としたので、強度を下げることなく軽量化することができ、しかも従来の巻線固定枠の形状サイズを維持したままで、組立工数を少なくすることができる小形のリニアモータを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明と従来技術に共通なリニアモータの全体斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施例におけるリニアモータの可動子の斜視図であって、電機子コイルを透視したものである。

\*

\* 【図3】図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図である。

【図4】図3のヒートパイプの拡大斜視図で、内部を透視したものである。

【図5】図4のヒートパイプに電機子コイルを配設した拡大斜視図である。

【図6】第2の実施例におけるリニアモータの正断面図であって、図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図に相当する。

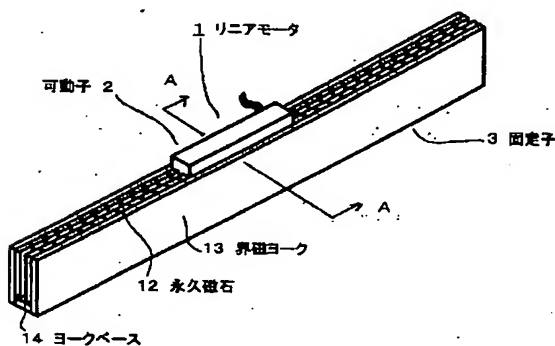
【図7】第3の実施例におけるリニアモータの正断面図であって、図1のリニアモータを推力方向から見たA-A線に沿う正断面図に相当する。

【図8】従来のリニアモータ可動子の斜視図であって、電機子コイルを透視したものである。

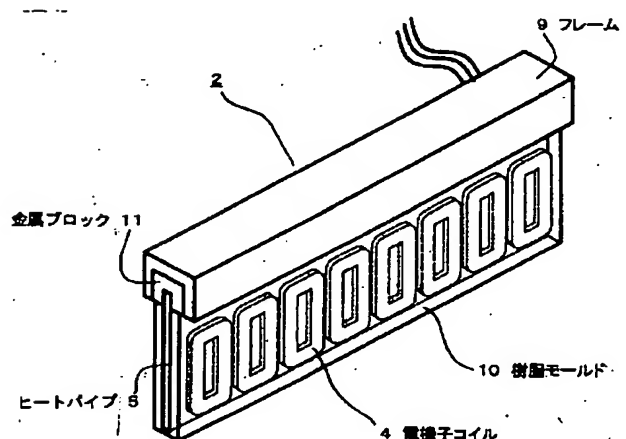
#### 【符号の説明】

- 1 リニアモータ
- 2 可動子
- 3 固定子
- 4 電機子コイル
- 5 ヒートパイプ
- 6 細管
- 6 A 吸熱部
- 6 B 放熱部
- 9 フレーム
- 9 A 穴部
- 10 樹脂モールド
- 11 金属ブロック (ヒートシンク)
- 12 永久磁石
- 13 界磁ヨーク
- 14 ヨークベース
- 15 冷却ジャケット (ヒートシンク)
- 16 放熱フィン (ヒートシンク)
- 17 巻線固定枠
- 18 冷媒通路

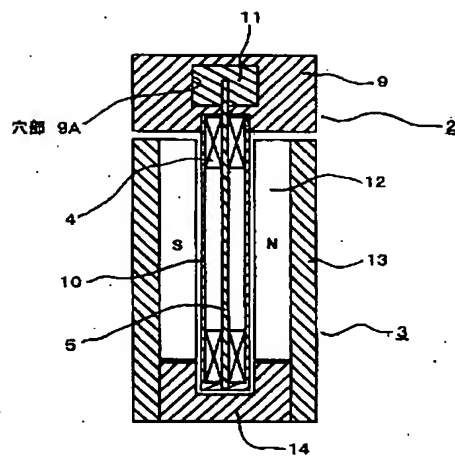
【図1】



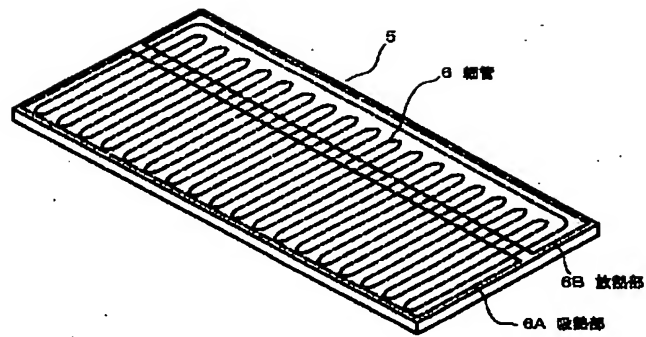
【図2】



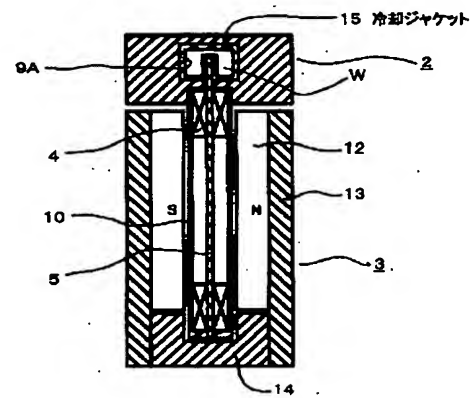
【図3】



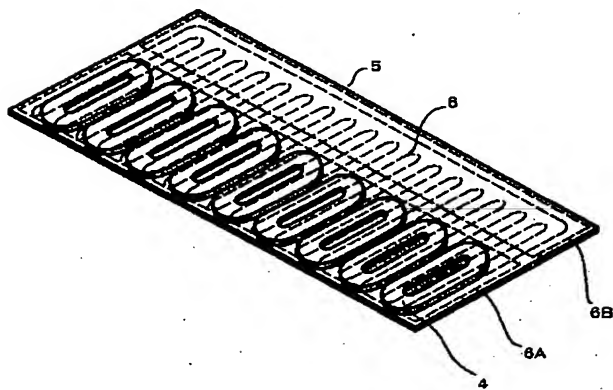
【図4】



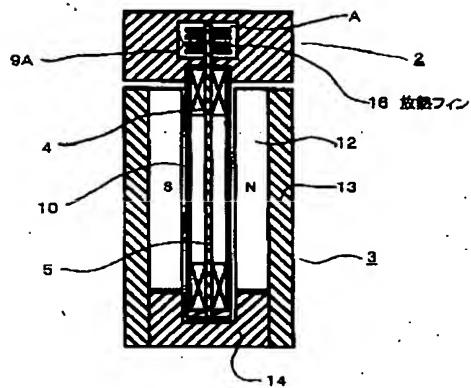
【図6】



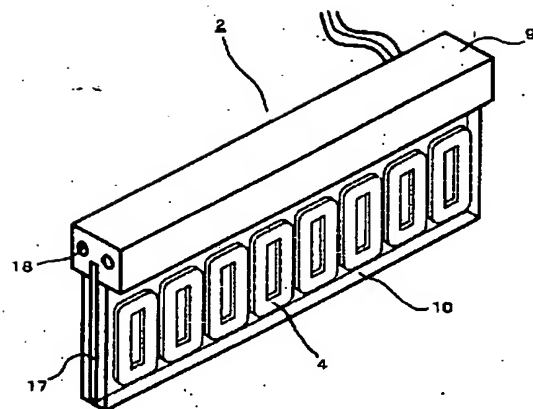
【図5】



【図7】



【図8】





フロントページの続き

Fターム(参考) 5H609 BB08 PP02 PP06 PP07 PP09  
QQ02 QQ04 QQ23 RR37 RR61  
RR63  
5H641 BB06 BB18 BB19 GG02 GG03  
GG05 GG07 GG11 GG12 HH02  
HH03 HH06 JB03 JB05 JB10